Aus dem Pharmakologischen Institut der Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster in Westf.
Direktor: Prof. Dr. med. et phil. H. Freund.

Über die Gegenwirkung des Calcium und Magnesium auf die Dehydrierungen im Gewebe

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde einer Hohen Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster i. Westf.

Vorgelegt von
Gerd Korves
(Zahnarzt) aus Lingen-Ems
1935

Druck von R. van Acken, Lingen-Ems, (Hannover)
1935.

Dekan: Prof. Dr. Klinge
Referent: Privatdozent Dr. med. et phil. W. Haarmann
Korreferent: Prof. Dr. med. et phil. H. Freund

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

„Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Westf.)"

Seinen teuren Eltern
in Liebe und Dankbarkeit gewidmet.

Über die Gegenwirkung des Calcium und Magnesium auf die Dehydrierungen im Gewebe.

Zu den Ionen, die sich in ihrer Wirkung gegenseitig aufheben, gehören Calcium und Magnesium. Bekanntlich gelingt es, die Mg-Lähmung der Muskulatur und des Nervensystems durch einen Überschuß an Ca-Ionen vollkommen und augenblicklich aufzuheben. Der Mechanismus einer solchen Gegenwirkung ist bisher ungeklärt. In einer Reihe von Untersuchungen ähnlicher Antagonisten von Arzneimitteln, die im hiesigen Institut ausgeführt sind, hat sich z. T. als Grundlage die Aufhebung von Giftwirkungen an intermediären Stoffwechselvorgängen nachweisen lassen. Solche Untersuchungen liegen vor für die gleichzeitige Einwirkung von Coffein mit herzwirksamen Glykosiden der Digitalisgruppe von Schäfer[1]) und Dopmeyer[2]) und ferner über den Antagonismus von Atropin und Nicotin von Holl[3]) und Gitter[4]). Dabei hat sich gezeigt, daß die Wirkungsrichtung, in der die einzelnen Stoffe für sich bestimmte Stoffwechselvorgänge im Gewebe verändern, keinen entscheidenden Einfluß auf die gleichzeitige Einwirkung beider Gifte hat. Es kann trotz gleichgerichteter Wirkung der einzelnen Stoffe beim Zusammenwirken eine vollkommene Aufhebung eintreten, und keineswegs trifft die einfache, wohl meist gemachte Annahme zu, daß ein förderndes und hemmendes Gift bei gleichzeitiger Einwirkung sich gegenseitig aufheben.

Untersuchungen über die Stoffwechselbeeinflussung durch Magnesium und Calcium allein liegen bereits vor von Fillinger[5]) und Meier[6]).

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit war, zu prüfen, ob sich bei gleichzeitiger Einwirkung verschiedener Konzentrationen von Mg- und Ca-Salzen an den Dehydrierungsreaktionen ein Antagonismus nachweisen läßt. Die Untersuchungen wurden mit der Methylenblauentfärbungsmethode nach Thunberg in der üblichen Weise durchgeführt.

---

[1]) Schäfer: Inaugural-Dissertation, Münster 1934
[2]) Dopmeyer: ebenda 1934
[3]) Holl: ebenda 1934
[4]) Gitter: ebenda 1934 (im Druck)
[5]) W. Fillinger: ebenda 1932
[6]) K. Meier: ebenda 1933

Versuchsserie I.

Die Beeinflussung der Dehydrierungsvorgänge im frischen Skelettmuskelgewebe vom Kaninchen ohne weiteren Zusatz von Brennstoffen ist aus den in den Tabellen 1—3 wiedergegebenen Versuchsergebnissen ersichtlich. Die im Gewebe stets vorhandenen Nährstoffe geben dabei ihren durch die Dehydrasen aktivierten Wasserstoff ab, der das Methylenblau entfärbt. Es wurden zunächst, wie auch in

Tabelle 1.

Skelettmuskel (Kaninchen): ohne Zusatz.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten			Differenz zum Kontrollversuch: %			
	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2 + CaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2 + CaCl_2$ gefund.	$MgCl_2 + CaCl_2$ theoret.
Kontrollvers.	26	37,5	58	±0	±0	±0	±0
$0{,}25.10^{-8}$	26,5	37	61,5	+2	−1	+6	+1
$0{,}25.10^{-7}$	27	37,5	65,5	+4	±0	+13	+4
$0{,}25.10^{-6}$	29	38,5	66	+12	+3	+14	+15
$0{,}25.10^{-5}$	30	40,5	67,5	+16	+8	+17	+24
$0{,}25.10^{-4}$	33,5	42	68,5	+29	+12	+18	+41
$0{,}25.10^{-3}$	37	44	71	+42	+17	+23	+59
$0{,}25.10^{-2}$	48	53	83	+85	+42	+43	+127

allen übrigen Versuchen, die Wirkungskurven des $MgCl_2$ und $CaCl_2$ aufgestellt und sodann geprüft, wie die Dehydrierungsvorgänge durch gleichzeitigen Zusatz von $MgCl_2 + CaCl_2$ verändert werden. Um eine klare Übersicht zu erhalten, wurden die gefundenen Entfärbungszeiten auf den Kontrollversuch = +— 0 umgerechnet. Alle Versuche wurden doppelt angestellt. Die in den Tabellen angegebenen Entfärbungszeiten für das Methylenblau sind Mittelwerte aus den Doppelbestimmungen. Während in den Tabellen 1 und 2 bei den Kombinationsversuchen gleiche Mengen $MgCl_2$ und $CaCl_2$ zur Wirkung kamen, wurden in den Versuchen der Tabelle 3 bestimmte Mischungsverhältnisse von Ca zu Mg hergestellt. Es entspricht die Konzentration 1,0 $CaCl_2$: 0,0 $MgCl_2$ einem normalen Gehalt des Blutserums vom Menschen an Ca und zwar 0,09 $Ca^{\cdot\cdot}$, bzw. $0{,}25 . 10^{-3}$

$CaCl_2$. Es handelt sich hierbei um Ca- bzw. Magnesium-Konzentrationen, wie sie tatsächlich im Serum auftreten.

Wie aus den Tabellen hervorgeht, hemmen Ca- und Mg-Salze mit ansteigender Konzentration die Dehydrierungsvorgänge im Muskel. Die Muskulatur von Kaninchen und Rind verhalten sich etwas verschieden. Beim Kaninchenmuskel führt das Mg zu einer stärkeren Verzögerung der Methylenblauentfärbung, im Rindmuskel dagegen das Ca. In sehr starken Verdünnungen treten bei Mg leichte Steigerungen der Dehydrierungen auf. Die Hemmungen sind in höheren, beim lebenden Tier nicht in Betracht kommenden Konzentrationen sehr ausgesprochen. Läßt man $MgCl_2$ und $CaCl_2$ gleichzeitig zur Wirkung kommen,

Tabelle 2.

Skelettmuskel (Rind): ohne Zusatz.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten			Differenz zum Kontrollversuch: %			
	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$ gefund.	$MgCl_2+CaCl_2$ theoret.
Kontrollversuch	17	19	25,5	±0	±0	±0	±0
$0{,}25.10^{-8}$	15,5	18,5	22	−9	−3	−14	−12
$0{,}25.10^{-7}$	16	20	24,5	−6	+5	−4	−1
$0{,}25.10^{-6}$	16,5	22,5	27,5	−3	+19	+8	+16
$0{,}25.10^{-5}$	17,5	26	29	+3	+37	+14	+40
$0{,}25.10^{-4}$	18	27	32	+6	+42	+26	+48
$0{,}25.10^{-3}$	19,5	28,5	37,5	+15	+50	+47	+65
$0{,}25.10^{-2}$	27,5	37	51	+62	+95	+100	+157

so ergibt sich eine Gesamtwirkung, die nur annähernd der Hälfte der errechneten Summationswirkung beider Salze entspricht. In den beiden höchsten Konzentrationen ist die Mg-Wirkung ganz aufgehoben, und die eingetretene Hemmung entspricht der Ca-Wirkung allein. Dieses trifft für Skelettmuskel von Kaninchen und Rind zu. Im Versuch 1 (Tab. 1) wird die sehr starke Hemmung durch Mg-Salze von $CaCl_2$ aufgehoben, sodaß nur die Ca-Wirkung sichtbar ist. Im Versuch 2 (Tab. 2) wird die weit geringere Hemmungswirkung der Mg-Salze durch Ca unter-

drückt. Die Ca-Wirkung wird also nicht durch Mg-Salze abgeschwächt.

Die Kombinationsversuche mit wechselnden Mischungsverhältnissen von Ca zu Mg zeigen ein recht eigenartiges Bild (Tab. 3). $CaCl_2$ wie auch $MgCl_2$ haben hier beide für sich allein die Dehydrierungen um fast den gleichen Be-

Tabelle 3.

Skelettmuskel: ohne Zusatz.

Versuch 1: Kaninchen: Versuch 2: Rind.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten		Differenz zum Kontrollversuch: %		
	1	2	1	2	Mittelwert
Kontrollversuch $CaCl_2$:$MgCl_2$	17	14	±0	±0	+−0
1,0:0,0	20	18	+18	+29	+24
2,0:0,0	21	19	+23	+36	+30
1,8:0,2	23	20	+35	+43	+39
1,6:0,4	30	22	+76	+57	+67
1,4:0,6	31	24	+82	+72	+77
1,2:0,8	32	26	+88	+86	+87
1,0:1,0	34	27	+100	+93	+97
0,8:1,2	29	24	+71	+72	+72
0,6:1,4	27	22	+59	+57	+58
0,4:1,6	24	21	+41	+50	+46
0,2:1,8	23	20	+35	+43	+39
0,0:2,0	22	19	+29	+36	+33
0,0:1,0	21	17	+23	+21	+22

trag verlangsamt. In allen Kombinationen wird die Methylenblauentfärbungszeit sehr stark verlängert. Die Hemmungen der Dehydrierungsvorgänge potenzieren sich also. Das Maximum der Verzögerungswirkung finden wir, wenn wir gleiche Teile $CaCl_2$ und $MgCl_2$ gleichzeitig zur Wirkung kommen lassen. Die Dehydrierungsvorgänge verlaufen hier doppelt so langsam wie ohne Zusatz von alkalischen Erden.

Versuchsserie II.

Das Wirkungsbild der beiden Verbindungen wird durch Zusatz von Natriumlaktat stark verändert. Die Dehydrierung von Milchsäure wird durch den Laktatzusatz in den

Tabelle 4.

Skelettmuskel (Kaninchen): Laktatzusatz.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten			Differenz zum Kontrollversuch: %			
	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$ gefund.	$MgCl_2+CaCl_2$ theoret.
Kontrollversuch	17	19	22	±0	±0	±0	±0
$0{,}25.10^{-8}$	21,5	16,5	22,5	+27	−13	+3	+14
$0{,}25.10^{-7}$	19	16,5	23,5	+12	−13	+7	−1
$0{,}25.10^{-6}$	15,5	16	27	−9	−16	+23	−25
$0{,}25.10^{-5}$	19,5	17,5	23,5	+15	−8	+7	+7
$0{,}25.10^{-4}$	20	20,5	24	+18	+8	+9	+26
$0{,}25.10^{-3}$	22	21,5	26,5	+30	+13	+20	+43
$0{,}25.10^{-2}$	31	36	51	+82	+90	+132	+172

Tabelle 5.

Skelettmuskel (Rind): Laktatzusatz.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten			Differenz zum Kontrollversuch: %			
	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$ gefund.	$MgCl_2+CaCl_2$ theoret.
Kontrollversuch	28	29	31,5	±0	±0	±0	±0
$0{,}25.10^{-8}$	26,5	28,5	30,5	−5	−2	−3	−7
$0{,}25.10^{-7}$	24	25	27,5	−14	−14	−13	−28
$0{,}25.10^{-6}$	22	23	26,5	−21	−21	−16	−42
$0{,}25.10^{-5}$	24,5	24	26	−12	−17	−17	−29
$0{,}25.10^{-4}$	27,5	26,5	25,5	−2	−9	−19	−11
$0{,}25.10^{-3}$	28	27	25	±0	−7	−20	−7
$0{,}25.10^{-2}$	52	51	58	+86	+76	+84	+162

Vordergrund gerückt und kann so auf ihre Giftempfindlichkeit untersucht werden. Das Ca regt besonders in starken Verdünnungen die Dehydrierung der Milchsäure an. Die stärkste Wirkung liegt bei der Konzentration $0{,}25 \cdot 10^{-6}$. Wie in den Versuchen der Versuchsserie I sprechen Rind- und Kaninchenmuskel auf die Gifte verschieden stark an. Das gilt besonders für die Mg-Wirkung. In Versuch 2 (Tab. 5) treten hier, wie auch beim Ca, lediglich Förderungswirkungen auf mit Ausnahme der höchsten Konzentration $0{,}25 \cdot 10^{-2}$, bei welcher der Laktatabbau stark gehemmt ist. Während beim Kaninchenmuskel die Konzentrationen $0{,}25 \cdot 10^{-4}$ und $0{,}25 \cdot 10^{-3}$ die Dehydrierung der

Tabelle 6.

Skelettmuskel: Laktatzusatz.

Versuch 1: Kaninchen, Versuch 2: Rind.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten		Differenz zum Kontrollversuch: %		
	1	2	1	2	Mittelwert
Kontrollversuch $CaCl_2$:$MgCl_2$	42	25	±0	±0	+−0
1,0:0,0	45	27	+7	+8	+8
2,0:0,0	46	28	+10	+12	+11
1,8:0,2	49	30	+17	+20	+19
1,6:0,4	54	31	+29	+24	+27
1,4:0,6	56	33	+33	+32	+33
1,2:0,8	58	34	+38	+36	+37
1,0:1,0	60	37	+43	+48	+46
0,8:1,2	59	32	+41	+28	+35
0,6:1,4	58	29	+38	+16	+27
0,4:1,6	57	28	+36	+12	+24
0,2:1,8	49	27	+17	+8	+13
0,0:2,0	47	26	+12	+4	+8
0,0:1,0	45	25	+7	±0	+4

Milchsäure bereits verzögern, sind die gleichen Konzentrationen vom Rindmuskel wirkungslos oder steigern sogar den Abbau der Milchsäure. In starken Verdünnungen hemmt das Mg beim Kaninchenmuskel die Dehydrierung der Milchsäure nicht, wohl aber beim Rindmuskel. Die Kombinationswirkung von Ca und Mg setzt sich nicht aus einer Summe der Teilwirkungen zusammen. Hemmen

beide Verbindungen, so wird diese Hemmung nicht verstärkt. In Tabelle 4 hat das Ca, das selbst die Methylenblauentfärbung beschleunigt, in stärksten Verdünnungen die hemmende Wirkung des Mg vollkommen ausgeglichen. Es besteht hier also ein reiner Antagonismus zwischen Ca und Mg. Andererseits können die beiderseits fördernden Einflüsse von Ca und Mg durch gleichzeitigen Zusatz ausgeglichen und in eine Hemmung umgewandelt werden. Das ist bei der Konzentration $0{,}25 \cdot 10^{-6}$ (Tab. 4) der Fall.

Kommen wechselnde Mengen von $CaCl_2$ und $MgCl_2$ zur Wirkung (Tab. 6), so ergibt sich auch hier, wie in Tab. 3, daß die Hemmungswirkung von Ca und Mg, die an sich nur gerade angedeutet ist, potenziert wird. Das Maximum der Hemmung liegt auch hier, wie in den Versuchen ohne Zusatz von Laktat, bei dem Mischungsverhältnis von Ca zu Mg von 1:1.

Versuchsserie III.

Eine überraschende Gesamtwirkung, die also nicht der Summe der Teilwirkungen entspricht, tritt auf, wenn man die Dehydrierungsvorgänge im Skelettmuskel unter Zusatz von Glykogen sich abspielen läßt (Tab. 7—9). $CaCl_2$ verlangsamt die Entfärbung des Methylenblaus nach Glykogenzusatz. Die Giftwirkung steigt mit der Verdünnung an und erreicht bei der Konzentration $0{,}25 \cdot 10^{-7}$ ein Maximum. Die Hemmungen sind beim Kaninchenmuskel etwas geringer als beim Rindmuskel. Die höchste Konzentration von $0{,}25 \cdot 10^{-2}$ können wir bei unseren Betrachtungen vollkommen außer Acht lassen, weil diese sehr stark auf die Eiweißstoffe des Muskels entquellend wirkt und mithin den Kolloidzustand des Gewebes verändert, was zu einer Hemmung der fermentativen Vorgänge führen muß. Mg-Salze verlangsamen nur wenig. Die stärkste Verdünnung und die physiologische Konzentration von $0{,}25 \cdot 10^{-3}$ sind beim Kaninchenmuskel vollkommen unwirksam (Tab. 7), bzw. steigern sie am Rindmuskel, wenn auch nur unbedeutend, den Glykogenabbau (Tab. 8). Kommen beide Verbindungen gleichzeitig zur Wirkung, so findet man, daß besonders stark in höheren Verdünnungsgraden der Glykogenabbau stark angeregt wird, selbst, wenn beide Verbindungen für sich zu einer Hemmung führen. Die kombinierte Mg-Ca-Wirkung ist also den Einzelwirkungen entgegengesetzt. In höheren Konzentrationen kommt annähernd ein Antagonismus heraus.

Recht merkwürdig äußert sich die Kombinationswirkung bei wechselnden Mischungsverhältnissen von Ca und

Tabelle 7.

Skelettmuskel (Kaninchen): Glykogenzusatz.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten			Differenz zum Kontrollversuch: %			
	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$ gefund.	$MgCl_2+CaCl_2$ theoret.
Kontrollversuch	73,5	67	73	±0	±0	±0	±0
$0{,}25.10^{-8}$	75	71	60	+2	+6	−18	+8
$0{,}25.10^{-7}$	76	76,5	60,5	+3	+14	−17	+17
$0{,}25.10^{-6}$	76,5	73,5	63,5	+4	+10	−13	+14
$0{,}25.10^{-5}$	78,5	71,5	64	+7	+7	−12	+14
$0{,}25.10^{-4}$	76,5	69	69,5	+4	+3	−5	+7
$0{,}25.10^{-3}$	73,5	66	74	±0	−1	+1	−1
$0{,}25.10^{-2}$	84	89	98	+14	+33	+34	+47

Tabelle 8.

Skelettmuskel (Rind): Glykogenzusatz.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten			Differenz zum Kontrollversuch: %			
	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$ gefund.	$MgCl_2+CaCl_2$ theoret.
Kontrollversuch	28,5	30,5	37,5	±0	±0	±0	±0
$0{,}25.10^{-8}$	25,5	33,5	29,5	−11	+10	−21	−1
$0{,}25.10^{-7}$	26,5	37,5	31	−7	+23	−17	+16
$0{,}25.10^{-6}$	28,5	36	31,5	±0	+18	−16	+18
$0{,}25.10^{-5}$	31	36	33,5	+9	+18	−11	+9
$0{,}25.10^{-4}$	28	35,5	37	−2	+16	−1	+14
$0{,}25.10^{-3}$	24	33,5	39	−16	+10	+4	−6
$0{,}25.10^{-2}$	36	58	78	+27	+90	+108	+117

Mg (Tab. 9). Mit zunehmender Mg-Konzentration wird die Ca-Hemmung verstärkt bis zu einem Maximum von 1:1. Eine weitere geringfügige Vermehrung von $MgCl_2$ ($CaCl_2$: $MgCl_2$ = 0,8 : 1,2) läßt die Dehydrierung des Glykogens

Tabelle 9.

Skelettmuskel: Glykogenzusatz.

Versuch 1: Kaninchen, Versuch 2: Rind.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten		Differenz zum Kontrollversuch: %		
	1	2	1	2	Mittelwert
Kontrollversuch $CaCl_2$:$MgCl_2$	59	30	±0	±0	±0
1,0:0,0	62	32	+5	+7	+6
2,0:0,0	63	33	+7	+10	+9
1,8:0,2	64	33,5	+9	+12	+11
1,6:0,4	64,5	34	+10	+13	+12
1,4:0,6	66	35	+12	+17	+15
1,2:0,8	67	37	+14	+23	+19
1,0:1,0	69	39	+17	+30	+24
0,8:1,2	59	31	±0	+3	+2
0,6:1,4	60	32	+2	+7	+5
0,4:1,6	61	32,5	+4	+8	+6
0,2:1,8	63	33	+7	+10	+9
0,0:2,0	64	33,5	+9	+12	+11
0,0:1,0	64,5	34	+10	+13	+12

vollkommen unbeeinflußt, obgleich beide Salze für sich die Dehydrierung verzögern. Geht man mit der Mg-Konzentration noch weiter in die Höhe, so tritt die Ca-Wirkung ganz zurück, sodaß schließlich nur noch die Mg-Wirkung übrig bleibt.

Versuchsserie IV.

Die Dehydrierungsvorgänge in der Leber (Tabellen 10 und 11) werden durch die alkalischen Erden weit stärker gehemmt als im Skelettmuskel (Tab. 1 und 2). Die Wirkung der von uns angewandten Salze ist bereits in der stärksten Verdünnung von $0{,}25 \cdot 10^{-8}$ nachweisbar und nimmt mit der Konzentration ständig zu. Bei gleichzeitigem Zusatz von $CaCl_2$ und $MgCl_2$ wird die starke Hemmung, wie sie die beiden Salze für sich zeigen, sehr stark ab-

Tabelle 10

Leber (Rind): ohne Zusatz.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten			Differenz zum Kontrollversuch: %			
	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$ gefund.	$MgCl_2+CaCl_2$ theoret.
Kontrollversuch	15	17	19	±0	±0	±0	±0
$0{,}25.10^{-8}$	17,5	19,5	19,5	+17	+15	+3	+32
$0{,}25.10^{-7}$	18,5	20	19,5	+23	+18	+3	+41
$0{,}25.10^{-6}$	19	21,5	20,5	+27	+27	+8	+54
$0{,}25.10^{-5}$	21,5	23	21,5	+43	+35	+13	+78
$0{,}25.10^{-4}$	23,5	24,5	22	+57	+44	+16	+101
$0{,}25.10^{-3}$	24,5	26,5	23,5	+64	+56	+24	+120
$0{,}25.10^{-2}$	34	39	41	+127	+130	+116	+257

Tabelle 11.

Leber: ohne Zusatz.

Versuch 1: Kaninchen, Versuch 2: Rind.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten		Differenz zum Kontrollversuch: %		
	1	2	1	2	Mittelwert
Kontrollversuch $CaCl_2:MgCl_2$	13	16	±0	±0	+−0
1,0:0,0	15	17	+15	+6	+11
2,0:0,0	16	18	+23	+13	+18
1,8:0,2	16,5	19	+27	+19	+23
1,6:0,4	17	20	+31	+25	+28
1,4:0,6	18	21	+38	+31	+35
1,2:0,8	19	23	+46	+44	+45
1,0:1,0	21	25	+62	+56	+59
0,8:1,2	14	16	+8	±0	+4
0,6:1,4	14,5	17	+12	+6	+9
0,4:1,6	15	17	+15	+6	+11
0,2:1,8	16	18	+23	+13	+18
0,0:2,0	16,5	19	+27	+19	+23
0,0:1,0	17	20	+31	+25	+28

geschwächt. So z. B. verzögert die Konzentration $0{,}25 \cdot 10^{-7}$ Mg Cl_2 die Dehydrierungsvorgänge in der Leber um 23%, die gleiche Konzentration von $CaCl_2$ um 18%. Als Summationswirkung hätte man 41% Hemmung erwarten dürfen, statt dessen beträgt die Hemmung nur 3%. Gleiche Verhältnisse finden wir auch bei den übrigen Konzentrationen.

Die Kombinationsversuche der Tabelle 11 stimmen weitgehend mit den Glykogenversuchen (Tabelle 9) überein. Eine maximale Hemmung der Dehydrierungsvorgänge in der Leber erfolgt in dem Mischungsverhältnis $CaCl_2$: $MgCl_2 = 1:1$. Bereits vollkommen wirkungslos ist das Mischungsverhältnis 0,8 $CaCl_2$: 1,2 Mg Cl_2. Die Hemmungen sind in der Leber sehr viel stärker ausgeprägt als im Muskel.

Versuchsserie V.

Der Glukoseabbau durch Herzmuskel ist, wie aus Tabelle 12 hervorgeht, gegen Ca- und Mg-Salze verhältnismäßig unempfindlich. Das gilt besonders für stärkere

Tabelle 12.

Herz (Rind): Glukosezusatz.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten			Differenz zum Kontrollversuch: %			
	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$ gefund.	$MgCl_2+CaCl_2$ theoret.
Kontrollversuch	17	16	18	±0	±0	±0	±0
$0{,}25 \cdot 10^{-8}$	17,5	17,5	17,5	+3	+9	−3	+12
$0{,}25 \cdot 10^{-7}$	18	18,5	15,5	+6	+16	−14	+22
$0{,}25 \cdot 10^{-6}$	18,5	16,5	14	+9	+3	−22	+12
$0{,}25 \cdot 10^{-5}$	17	17,5	16,5	±0	+9	−8	+9
$0{,}25 \cdot 10^{-4}$	17,5	18	18,5	+3	+13	+3	+16
$0{,}25 \cdot 10^{-3}$	18,5	21	20	+9	+31	+11	+40
$0{,}25 \cdot 10^{-2}$	19	32	35	+12	+100	+95	+112

Verdünnungsgrade. Beim physiologischen Ca-Gehalt ist jedenfalls der Glukoseabbau durch Ca stark verzögert. Bei gleichzeitiger Wirkung von Ca und Mg ergibt sich in allen Fällen eine Entfärbungszeit, die wesentlich kürzer ist als

bei additiver Wirkung gefordert werden muß. Die Dehydrierung von Glukose ist hier besonders in stärkeren Verdünnungen der Salze stark beschleunigt und zwar maximal bei der Konzentration $0{,}25 \cdot 10^{-6}$. Mg und Ca wirken hier beide für sich leicht verschlechternd auf den Glukoseabbau, in Kombination dagegen stark beschleunigend.

In besonders eindrucksvoller Weise tritt der Antagonismus von Ca und Mg in den Versuchen (Tab. 13) in Erscheinung. $CaCl_2$ hat hier den Glukoseabbau für sich allein

Tabelle 13.

Herz: Glukosezusatz.

Versuch 1: Kaninchen, Versuch 2: Rind.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten		Differenz zum Kontrollversuch: %		
	1	2	1	2	Mittelwert
Kontrollversuch $CaCl_2$:$MgCl_2$	46	23	±0	±0	±0
1,0:0,0	59	35	+28	+52	+40
2,0:0,0	57	33	+24	+44	+34
1,8:0,2	56	32	+22	+39	+31
1,6:0,4	51	29	+11	+26	+19
1,4:0,6	50	27	+9	+17	+13
1,2:0,8	49,5	26	+8	+13	+11
1,0:1,0	49	25	+7	+9	+8
0,8:1,2	47	24,5	+2	+7	+5
0,6:1,4	46	24	±0	+4	+2
0,4:1,6	44	23	−4	±0	−2
0,2:1,8	43	22,5	−6	−2	−4
0,0:2,0	41	21	−11	−9	−10
0,0:1,0	40	20	−13	−13	−13

stark verschlechtert, das Mg Cl_2 dagegen leicht angeregt. Aus den Versuchen ergibt sich besonders deutlich, daß die Ca-Hemmung mit ansteigender Mg-Konzentration zunehmend ausgeglichen wird. Eine Wirkungslosigkeit tritt auf beim Mischungsverhältnis von 0,6 $CaCl_2$: 1,4 Mg Cl_2. Sie ist nahezu gleichfalls bereits bei dem Mischungsverhältnis 0,8 $CaCl_2$:1,2 $MgCl_2$ und 0,4 $CaCl_2$:1,6 $MgCl_2$. Bei dem physiologischen Verhältnis von 2,5 $CaCl_2$:1,5 Mg Cl_2, wie es in unseren Versuchen annähernd dem Verhältnis 1,2

$CaCl_2$: 0,8 $MgCl_2$ entspricht, ist der Abbau der Glukose gegenüber der Norm leicht herabgesetzt.

Versuchsserie VI.

Der Abbau der Glukose durch Hirngewebe muß getrennt behandelt werden, weil der Abbaumechanismus der Glukose in Herz und Hirn ein verschiedener ist, mithin auch die Wirkung von Giften anders sein muß.

Wie aus der Tabelle 14 zu entnehmen ist, hemmt das Mg den Abbau der Glukose durch Hirngewebe besonders in sehr starken Verdünnungen wie $0{,}25 \cdot 10^{-7}$ und $0{,}25 \cdot 10^{-6}$ gewaltig (über 30%), in höheren Konzentrationen dagegen setzt eine leichte Beschleunigung der Dehydrierungen ein.

Tabelle 14.

Hirn (Rind): Glukosezusatz.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten			Differenz zum Kontrollversuch: %			
	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2$+ $CaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2$+$CaCl_2$ gefund.	theoret.
Kontrollversuch	66	74	118	±0	±0	±0	±0
$0{,}25 \cdot 10^{-8}$	75	81,5	120	+14	+10	+2	+24
$0{,}25 \cdot 10^{-7}$	85,5	84	122	+30	+14	+4	+44
$0{,}25 \cdot 10^{-6}$	91	68	127	+38	−8	+8	+30
$0{,}25 \cdot 10^{-5}$	64	73	125	−3	−1	+6	−4
$0{,}25 \cdot 10^{-4}$	61	75	118	−7	+1	±0	−6
$0{,}25 \cdot 10^{-3}$	58	81	117	−12	+9	−1	−3
$0{,}25 \cdot 10^{-2}$	122	117	183	+85	+58	+55	+143

$CaCl_2$ ist fast ohne Einwirkung, abgesehen von geringfügigen Hemmungen in starken und schwachen Konzentrationen. Als Kombinationswirkung tritt annähernd mit Ausnahme der höchsten Konzentration eine Wirkungslosigkeit auf. Ca- hat die Mg-Wirkung aufgehoben, selbst wenn beide Erdalkalien nur hemmende Einflüsse zeigen. Der Antagonismus von Ca zu Mg ist also vollkommen.

In den Kombinationsversuchen der Tabelle 15, in denen die beiden alkalischen Erden für sich den Abbau der Glukose durch Hirngewebe unbeeinflußt lassen, tritt eine Be-

Tabelle 15.

Hirn: Glukosezusatz.

Versuch 1: Kaninchen, Versuch 2: Rind

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten		Differenz zum Kontrollversuch: %		
	1	2	1	2	Mittelwert
Kontrollversuch $CaCl_2$:$MgCl_2$	70	56	±0	±0	±0
1,0:0,0	69	55	−1	−2	−2
2,0:0,0	67	53	−4	−5	−5
1,8:0,2	66	49	−6	−12	−9
1,6:0,4	64	48	−8	−14	−11
1,4:0,6	63	47	−10	−16	−13
1,2:0,8	62	45	−11	−20	−16
1,0:1,0	59	44	−16	−21	−19
0,8:1,2	63	46	−10	−18	−14
0,6:1,4	64	47	−8	−16	−12
0,4:1,6	64	49	−8	−12	−10
0,2:1,8	66	53	−6	−5	−6
0,0:2,0	67	54	−4	−3	−4
0,0:1,0	68	55	−3	−2	−3

schleunigung der Dehydrierungen auf, die am stärksten ist, wenn man gleiche Teile $CaCl_2$ und $MgCl_2$ zusammenwirken läßt. Das gleiche Mischungsverhältnis der beiden Salze führt im Skelettmuskel zu einer maximalen Verschlechterung der Dehydrierungen, desgleichen in der Leber.

Versuchsserie VII.

Die folgenden Versuche haben die Dehydrierungen von einigen Verbindungen zum Gegenstand, die auch in stark mit Wasser ausgewaschener Skelettmuskulatur vor sich gehen. Es handelt sich hier um die Dehydrierungen von Bernsteinsäure, den Abbau der Hexosediphosphorsäure und der Glyzerinphosphorsäure.

Aus den Tabellen 16 bis 18 geht hervor, daß die Dehydrierung der Bernsteinsäure sowohl durch Ca-, wie auch durch Mg-Salze, nicht nennenswert beeinflußt wird; das gilt auch für die höchsten Konzentrationen der beiden Stoffe, die in allen bisher besprochenen Versuchen die Dehydrierungsvorgänge sehr stark verlangsamen.

Tabelle 16.

Skelettmuskel (Katze): Bernsteinsäure.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten			Differenz zum Kontrollversuch: %			
	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2 + CaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2 + CaCl_2$ gefund.	$MgCl_2 + CaCl_2$ theoret.
Kontrollvers.	14,5	15	15	±0	±0	±0	±0
$0{,}25.10^{-8}$	16	14,5	13	+10	- 3	− 13	+7
$0{,}25.10^{-7}$	15	14,5	13,5	+3	−3	- 10	±0
$0{,}25.10^{-6}$	14,5	15	14	±0	±0	−7	±0
$0{,}25.10^{-5}$	14,5	16	14,5	±0	+7	−3	+7
$0{,}25.10^{-4}$	15,5	15	14,5	+7	±0	−3	+7
$0{,}25.10^{-3}$	15,5	15,5	15,5	+7	+3	+3	+10
$0{,}25.10^{-2}$	15,5	16	16,5	+7	+7	+10	+14

Tabelle 17.

Skelettmuskel (Kaninchen): Bernsteinsäure.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten			Differenz zum Kontrollversuch: %			
	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2 + CaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2 + CaCl_2$ gefund.	$MgCl_2 + CaCl_2$ theoret.
Kontrollversuch	52	52,5	51	±0	±0	±0	±0
$0{,}25.10^{-8}$	52,5	51,5	52,5	+1	−2	+3	−1
$0{,}25.10^{-7}$	53	52,5	52,5	+2	±0	+3	+2
$0{,}25.10^{-6}$	55	53	54,5	+6	+1	+7	+7
$0{,}25.10^{-5}$	52,5	53,5	52,5	+1	+2	+3	+3
$0{,}25.10^{-4}$	53,5	53,5	52,5	+3	+2	+3	+5
$0{,}25.10^{-3}$	53,5	54,5	53,5	+3	+4	+5	+7
$0{,}25.10^{-2}$	54,5	55,5	55	+5	+6	+8	+11

Tabelle 18.

Skelettmuskel: Bernsteinsäure.

Versuch 1: Kaninchen, Versuch 2: Rind.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten		Differenz zum Kontrollversuch: %		
	1	2	1	2	Mittelwert
Kontrollversuch $CaCl_2$:$MgCl_2$	59	66	±0	±0	+−0
1,0:0,0	59	66	±0	±0	±0
2,0:0,0	59	67	±0	+2	+1
1,8:0,2	61	68	+4	+3	+4
1,6:0,4	62	69	+5	+5	+5
1,4:0,6	60	68	+2	+3	+3
1,2:0,8	59	67	±0	+2	+1
1,0:1,0	59	66	±0	±0	±0
0,8:1,2	59	66	±0	±0	±0
0,6:1,4	60	67	+2	+2	+2
0,4:1,6	61	68	+4	+3	+4
0,2:1,8	60	67	+2	+2	+2
0,0:2,0	58	66	−2	±0	−1
0,0:1,0	57	65	−3	−1	−2

Versuchsserie VIII.

Auf den Abbau der Hexosediphosphorsäure wirken Ca- und Mg-Salze in der gleichen Richtung ein. In starken Verdünnungen, maximal bei $0{,}25 \cdot 10^{-6}$, ist der Abbau der Hexosediphosphorsäure besonders stark gehemmt. Die Hemmung läßt mit ansteigender Konzentration der Salze nach und schlägt im Katzenmuskel (Tabelle 19) in eine Förderung um, die am stärksten bei der höchsten Konzentration ist. Im Kaninchenmuskel kommt es zu keiner Verkürzung der Entfärbungszeit. Die normale Konzentration von $0{,}25 \cdot 10^{-3}$ ist hier nahezu wirkungslos, die nächst höhere Konzentration von $0{,}25 \cdot 10^{-2}$ dagegen bewirkt bereits eine sehr starke Verschlechterung des Abbaus von Hexosediphosphat. Die Versuche zeigen, daß Katzenmuskulatur und Kaninchenmuskulatur sich verschieden verhalten, bei der höchsten Giftkonzentration sogar vollkommen entgegengesetzt. Beim Zusammenwirken von Ca- und Mg-Salzen wird in starken Verdünnungen der hemmende Einfluß der beiden Salze für sich nicht nur vollkommen

Tabelle 19.

Skelettmuskel (Katze): Hexosediphosphorsäure.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten			Differenz zum Kontrollversuch: %			
	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$ gefund.	$MgCl_2+CaCl_2$ theoret.
Kontrollversuch	17,5	19,5	18	±0	±0	±0	±0
$0{,}25.10^{-8}$	19,5	20	16	+12	+3	−11	+15
$0{,}25.10^{-7}$	20,5	21,5	15,5	+17	+10	−14	+27
$0{,}25.10^{-6}$	21	23,5	15	+20	+20	−17	+40
$0{,}25.10^{-5}$	18	22,5	17,5	+3	+15	−3	+18
$0{,}25.10^{-4}$	16,5	19,5	18	−6	±0	±0	−6
$0{,}25.10^{-3}$	16	17,5	18,5	−8	−10	+3	−18
$0{,}25.10^{-2}$	15,5	16,5	19,5	−11	−15	+8	−26

Tabelle 20.

Skelettmuskel (Kaninchen): Hexosediphosphorsäure.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten			Differenz zum Kontrollversuch: %			
	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$ gefund.	$MgCl_2+CaCl_2$ theoret.
Kontrollversuch	71,5	72	71	±0	±0	±0	±0
$0{,}25.10^{-8}$	77	73	70	+8	+1	−1	+9
$0{,}25.10^{-7}$	80	75,5	68,5	+12	+5	−3	+17
$0{,}25.10^{-6}$	81,5	82,5	66	+14	+14	−7	+28
$0{,}25.10^{-5}$	77,5	81	71	+9	+12	±0	+21
$0{,}25.10^{-4}$	75	78,5	74	+5	+9	+4	+14
$0{,}25.10^{-3}$	74,5	74,5	75	+4	+4	+6	+8
$0{,}25.10^{-2}$	86	92	89	+20	+28	+26	+48

Tabelle 21.

Skelettmuskel: Hexosediphosphorsäure.

Versuch 1: Kaninchen, Versuch 2: Rind.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten		Differenz zum Kontrollversuch: %		
	1	2	1	2	Mittelwert
Kontrollversuch $CaCl_2$:$MgCl_2$	69	62	±0	±0	+−0
1,0:0,0	78	68	+13	+10	+12
2,0:0,0	77	67	+11	+8	+10
1,8:0,2	76	66,5	+10	+7	+9
1,6:0,4	75,5	66	+9	+6	+8
1,4:0,6	75	64	+8	+3	+6
1,2:0,8	74	62	+7	±0	+4
1,0:1,0	72	60	+4	−3	+1
0,8:1,2	74	63	+7	+2	+5
0,6:1,4	75	64	+8	+3	+6
0,4:1,6	76	65	+10	+5	+8
0,2:1,8	77	66	+11	+6	+9
0,0:2,0	77,5	66,5	+12	+7	+10
0,0:1,0	78	67	+13	+8	+11

aufgehoben, sondern sogar in das Gegenteil umgewandelt: Die Dehydrierung der Hexosediphosphorsäure wird angeregt wesentlich stärker im Katzenmuskel als im Kaninchenmuskel. Die stärkste Förderungswirkung tritt bei der Konzentration $0{,}25 \cdot 10^{-6}$ auf.

Bei wechselnden Mischungsverhältnissen von Ca zu Mg wird bei gleichen Mengen der Salze die beiderseitige Hemmung für sich vollkommen aufgehoben. Der Glykogenabbau verhält sich also entgegengesetzt, er wird unter den gleichen Bedingungen maximal verschlechtert.

Versuchsserie IX.

Der Abbau der Glyzerinphosphorsäure durch ausgewaschenen Muskel verläuft ungefähr bei der Ca- und Mg-Wirkung gleich, mit ansteigender Konzentration der Salze wird der Abbau in zunehmendem Maße verschlechtert. In sehr starken Verdünnungen tritt beim Katzenmuskel durch Mg eine geringfügige Beschleunigung auf. Bei gleichzeitigem Zusatz von Ca und Mg wirken hohe Konzentrationen

Tabelle 22.

Skelettmuskel (Katze): Glyzerinphosphorsäure.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten			Differenz zum Kontrollversuch: %			
	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$ gefund.	$MgCl_2+CaCl_2$ theoret.
Kontrollversuch	29	29,5	30,5	±0	±0	±0	±0
$0{,}25.10^{-8}$	26	29	37	−10	−2	+21	−12
$0{,}25.10^{-7}$	27	29,5	36	−7	±0	+18	−7
$0{,}25.10^{-6}$	28	30	33,5	−3	+2	+10	−1
$0{,}25.10^{-5}$	29,5	31	31,5	+2	+5	+3	+7
$0{,}25.10^{-4}$	32	33	33	+10	+12	+8	+22
$0{,}25.10^{-3}$	34	36,5	34,5	+17	+24	+13	+41
$0{,}25.10^{-2}$	48	54	63	+66	+83	+107	+149

Tabelle 23.

Skelettmuskel (Kaninchen): Glyzerinphosphorsäure.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten			Differenz zum Kontrollversuch: %			
	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$MgCl_2+CaCl_2$ gefund.	$MgCl_2+CaCl_2$ theoret.
Kontrollversuch	57,5	59,5	63	±0	±0	±0	±0
$0{,}25.10^{-8}$	61,5	60	72	+7	+1	+14	+8
$0{,}25.10^{-7}$	62	61,5	69,5	+8	+3	+10	+11
$0{,}25.10^{-6}$	66	64,5	68	+15	+8	+8	+23
$0{,}25.10^{-5}$	69,5	65	64	+21	+9	+2	+30
$0{,}25.10^{-4}$	70,5	66	67	+23	+11	+6	+34
$0{,}25.10^{-3}$	74,5	68,5	68,5	+30	+15	+9	+45
$0{,}25.10^{-2}$	89	94	97	+55	+58	+54	+113

umgekehrt wie niedrige. Bei starken Verdünnungen erfolgt eine Verschlechterung der Dehydrierung der Glyzerinphosphorsäure, wenn auch, wie in den Katzenversuchen, die Salze für sich fördernd wirken. Andererseits wird bei hohen Konzentrationen die Hemmungswirkung der beiden Salze bei kombiniertem Zusatz stark abgeschwächt ($0{,}25 \cdot 10^{-3}$).

Tabelle 24.

Skelettmuskel: Glyzerinphosphorsäure.

Versuch 1: Kaninchen, Versuch 2: Rind.

Versuchsanordnung	Entfärbungszeit in Minuten		Differenz zum Kontrollversuch: %		
	1	2	1	2	Mittelwert
Kontrollversuch $CaCl_2$:$MgCl_2$	78	65	±0	±0	+−0
1,0:0,0	78	65	±0	±0	±0
2,0:0,0	79	67	+1	+3	+2
1,8:0,2	81	68	+4	+5	+5
1,6:0,4	82	69	+5	+6	+6
1,4:0,6	83	71	+6	+9	+8
1,2:0,8	83,5	73	+7	+12	+10
1,0:1,0	84	74	+8	+14	+11
0,8:1,2	84,5	74,5	+9	+15	+12
0,6:1,4	85	75	+10	+16	+13
0,4:1,6	85,5	75,5	+11	+17	+14
0,2:1,8	87	76	+12	+18	+15
0,0:2,0	87,5	77	+13	+19	+16
0,0:1,0	88	78	+14	+20	+17

Im letzten Kombinationsversuch (Tab. 24) hat $MgCl_2$ die Dehydrierung der Glyzerinphosphorsäure verlangsamt, $CaCl_2$ hat sie unbeeinflußt gelassen. Wir sehen, daß das Ca in zunehmender Konzentration die Mg-Wirkung fast vollkommen aufhebt. Ein umgekehrtes Verhalten fanden wir in den Herzversuchen (Tab. 13), hier hatte das Mg die Hemmungswirkung des Ca beseitigt.

Zum Schlusse erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Privatdozent Dr. med. et phil. W. Haarmann für die gütige Überweisung dieser Arbeit und Übernahme des Referates, sowie für die liebenswürdige Unterstützung bei derselben meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Zusammenfassung.

Es wurde das Zusammenwirken von $CaCl_2$ und $MgCl_2$ auf die Dehydrierungsvorgänge im Gewebe untersucht. An einer Reihe von Dehydrierungsvorgängen läßt sich ein vollkommener Antagonismus von Ca und Mg nachweisen, besonders deutlich beim Abbau der Glukose durch Herzmuskel und der Glyzerinphosphorsäure durch Skelettmuskel. Bei einer Konzentration von $CaCl_2$ und $MgCl_2$, von $0{,}25 \cdot 10^{-3}$ $CaCl_2$ und $0{,}15 \cdot 10^{-3}$ $MgCl_2$, wie sie im Blutserum des Menschen vorliegt, werden die Dehydrierungsvorgänge im Muskel sehr stark verschlechtert, ferner der Abbau der Milchsäure und des Glykogens, die Dehydrierungsvorgänge in der Leber, während der Abbau der Hexosediphosphorsäure nicht beeinflußt wird. Der Abbau der Glukose durch Herzmuskel wird unter den gleichen Bedingungen leicht verzögert, während der Glukoseabbau durch Hirngewebe stark beschleunigt verläuft. Bereits geringfügige Verschiebungen des Mischungsverhältnisses Ca zu Mg können die Wirkungsweise der Stoffe grundlegend verändern. So verschlechtert das Verhältnis Ca zu Mg = 1 zu 1 den Abbau des Glykogens und die Dehydrierungsvorgänge in der Leber maximal, während bereits das Mischungsverhältnis 0,8 Ca : 1,2 Mg die Dehydrierungsvorgänge vollkommen unbeeinflußt läßt.

Lebenslauf.

Als Sohn des Oberpostinspektors Johannes Korves und dessen Ehefrau Angela geb. Lühn wurde ich am 3. November 1909 zu Lingen-Ems geboren. Nach Besuch der Volksschule kam ich auf das Gymnasium Georgianum meiner Heimatstadt Lingen-Ems, welches ich mit der Reife für die Obersekunda verließ. Im März 1931 erhielt ich auf dem Gymnasium zu Meppen-Ems mein Reifezeugnis. Hierauf wandte ich mich dem zahnärztlichen Studium zu und machte im August 1932 in Münster i. Westf. meine zahnärztliche Vorprüfung. Das zahnmedizinische Staatsexamen bestand ich daselbst am 23. November 1934 mit dem Prädikat „sehr gut".